

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-028519

(43)Date of publication of application : 30.01.2001

(51)Int.CI.

H03F 1/02
 H03F 1/34
 H03F 3/213
 H03F 3/24
 H03G 3/02

(21)Application number : 11-200422

(71)Applicant : MOBILE COMMUNICATIONS
TOKYO INC

(22)Date of filing : 14.07.1999

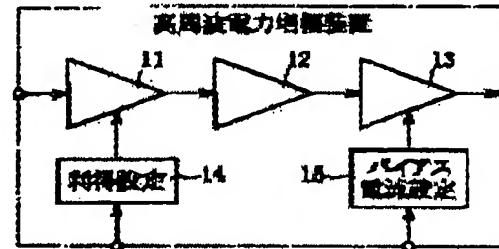
(72)Inventor : SHINOMIYA YOSHITAKA

(54) HIGH-FREQUENCY POWER AMPLIFYING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To set an output power in a variable way, without damaging signal quality and also to secure sufficiently high power efficiency.

SOLUTION: This device is provided with amplifiers 11 to 13 of a plurality of stages which successively amplify a high frequency signal, a gain setting circuit 14 which receives a gain control signal from the outside and variably sets the gain of the amplifier 11 on the first stage, and a bias current setting circuit 15, which constitutes the amplifier 13 on the last stage where a gain is maintained at a constant level and variable sets the bias current of a transistor at the last stage primarily, taking charge of a power amplification function by receiving a bias current control signal from the outside.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

Searching PAJ

2/2 ページ

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-28519

(P2001-28519A)

(43)公開日 平成13年1月30日 (2001.1.30)

(51) IntCl.⁷
 H 03 F 1/02
 1/34
 3/213
 3/24
 H 03 G 3/02

識別記号

F I
 H 03 F 1/02
 1/34
 3/213
 3/24
 H 03 G 3/02

テ-ヤード(参考)
 5 J 0 9 0
 5 J 0 9 1
 5 J 0 9 2
 5 J 1 0 0

審査請求 未請求 請求項の数3 O.L (全5頁)

(21)出願番号 特願平11-200422

(22)出願日 平成11年7月14日 (1999.7.14)

(71)出願人 596001933

株式会社モービルコムトーキョー
東京都港区南青山1丁目10番地の2 南青山
Aビル7F(72)発明者 四宮 義隆
東京都港区南青山1丁目10番地の2 南青山
Aビル7F 株式会社モービルコムトーキ
ヨー内(74)代理人 100090022
弁理士 長門 侃二

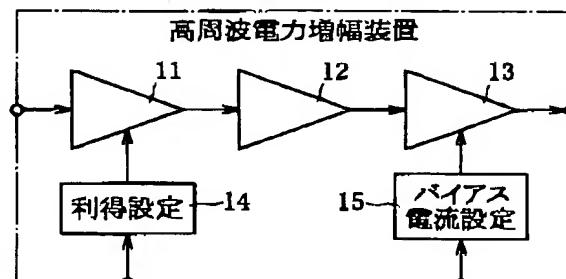
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 高周波電力増幅装置

(57)【要約】

【課題】 信号品質を損なうことなしにその出力電力を可変設定し、またその電力効率を十分高く確保することができる高周波電力増幅装置を提供する。

【解決手段】 高周波信号を順次増幅する複数段の増幅器11, 12, 13と、外部からの利得制御信号を受けて初段の増幅器11の利得を可変設定する利得設定回路14と、利得が一定に保たれる最終段の増幅器13を構成してなり、主として電力増幅機能を担う最終段のトランジスタのバイアス電流を、外部からのバイアス電流制御信号を受けて可変設定するバイアス電流設定回路15とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 高周波信号を増幅する複数段の増幅器と、外部からの利得制御信号を受けて初段の増幅器の利得を可変設定する利得設定回路と、外部からのバイアス電流制御信号を受けて最終段の増幅器を構成するトランジスタのバイアス電流を可変設定するバイアス電流設定回路とを備えたことを特徴とする高周波電力増幅装置。

【請求項2】 前記最終段の増幅器は、バイアス電流が可変設定される電力増幅用トランジスタと、一定の利得を有して上記電力増幅用トランジスタを駆動する前置トランジスタと、前記電力増幅用トランジスタの出力を前置トランジスタに帰還して該増幅器の利得を一定に保つ帰還回路とからなることを特徴とする請求項1に記載の高周波電力増幅装置。

【請求項3】 前記各増幅器は、順次直接結合された複数のトランジスタからなり、前記利得設定回路および前記バイアス電流設定回路と共にモノリシック集積回路化されることを特徴とする請求項1に記載の高周波電力増幅装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、高周波信号を高品質に安定に電力増幅することができ、しかも要求された出力電力に応じて損失電力を制御して電力効率の向上を図り得る高周波電力増幅装置に関する。

【0002】

【関連する背景技術】 近時、限られた帯域幅の電波を複数のユーザで同時に利用する技術の一つとして、W-C DMA (Wideband-Code Division Multiple Access; 広帯域符号分割多元接続) 方式が注目されている。CDMA方式は、基本的には限られた周波数帯域内に多くのキャリアを設定し、各キャリアを複数ユーザで共有する方式であり、雜音の混入、マルチパスやフェージングの発生、更にはハンドオーバーの問題等を抑えて、その通信品質を高く保ち得る等の利点を有する。

【0003】 ところでW-C DMAの端末機(携帯電話機)における送信部は、その使用環境に応じてその送信出力電力を可変設定するように構成される。この際、アンテナを介して送信する高周波信号のリニアリティ(直線性)を充分に確保しながら、その出力電力を制御することが重要となる。ちなみに最大送信電力が1WのCDMA端末機(携帯電話機)においては、例えば図4に示すような頻度の割合でその送信出力電力が可変設定される。これ故、最大出力時における送信信号(高周波信号)の品質を高めることは当然のことであるが、むしろ10mW以下の低出力時における信号品質を高め、同時にそのときの電力効率を高めて全体的な省電力化を図ることが重要であると言える。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで従来、この程の送信部を構成する高周波電力増幅装置は、専ら、エミッタ接地型のシングルエンディッド回路を用いて実現されることが多い。しかしながら、その送信出力電力を可変するべくシングルエンディッド回路を構成するトランジスタのバイアス電流を変えると、これに伴って利得が低下し、高周波信号に歪みが生じたり、また発振等の異常動作が生じ易くなる。しかもトランジスタの増幅特性自体にばらつきが生じ易いので、その最大性能を引き出し難く、また電力効率が大幅に低下すると言う問題がある。

【0005】 本発明はこのような事情を考慮してなされたもので、その目的は、アンテナ等の低インピーダンスの負荷を駆動するに好適な高周波電力増幅装置であつて、特に信号品質を損なうことなしにその出力電力を簡単に可変設定することができ、しかもその電力効率を十分高く確保することのできる高周波電力増幅装置を提供することにある。

【0006】 即ち、本発明は信号品質を損なうことなしに増幅器の利得を簡単に可変設定してその出力電力を調整し得ると共に、また信号品質を損なうことなしに増幅器を構成するトランジスタのバイアス電流を可変して電力効率の向上を図ることのできる実用性に優れた高周波電力増幅装置を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上述した目的を達成すべく本発明に係る高周波電力増幅装置は、高周波信号を順次増幅する複数段の増幅器と、外部からの利得制御信号を受けて初段の増幅器の利得を可変設定する利得設定回路と、外部からのバイアス電流制御信号を受けて最終段の増幅器を構成して電力増幅の機能を担うトランジスタのバイアス電流を可変設定するバイアス電流設定回路とを備えたことを特徴としている。

【0008】 好ましくは請求項2に記載するように前記最終段の増幅器を、バイアス電流が可変設定される電力増幅用トランジスタと、この電力増幅用トランジスタからの負帰還を受けた場合にも十分な利得を有して上記電力増幅用トランジスタを駆動する前置トランジスタと、前記電力増幅用トランジスタの出力を前置トランジスタに帰還して該増幅器の利得を一定に保つ帰還回路とを備えたものとし、その利得を一定に保ちながら電力損失を抑え得るように構成する。そして初段の増幅器の利得を調整することで全体的な利得、ひいては出力電力を可変設定するようにしたことを特徴としている。

【0009】 また本発明の好ましい態様は、請求項3に記載するように前記各増幅器を順次直接結合された複数のトランジスタにより構成し、前記利得設定回路および前記バイアス電流設定回路と共にモノリシック集積回路化することで、全体的な動作特性の安定化を図ることを特徴としている。

【0010】

(3)

特開2001-28519

3

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態に係る高周波電力増幅装置について説明する。

図1はW-CDMA端末機(携帯電話機)の高周波部に、P.F.パワーモジュールとして組み込まれる高周波電力増幅装置の概略構成を示している。この高周波電力増幅装置は、例えば1チップのモノリシック集積回路化された高周波パワーアンプ(MMIC; Monolithic Micro wave Integrated Circuit)として実現される。ちなみにこの高周波電力増幅装置は、RF変調器を介して変調された2GHz(具体的には中心周波数1.9GHzで5MHz幅の拡散信号)の高周波信号を所定の利得(例えば30dB以上)で増幅し、これをアンテナ(図示せず)を介して送信出力する役割を担う。

【0011】さて上記高周波電力増幅装置は、歪みの発生を最小限に抑えて高周波信号を増幅する2段の直接結合(直結)された増幅器11,12をその入力段に備えると共に、これらの増幅器11,12を介して増幅された高周波信号を電力増幅してアンテナに対して出力する電力増幅器13をその出力段に備えて構成される。特に1段目の増幅器11は、外部から与えられる利得制御信号(要求出力電力)に応じてそのバイアス電流が可変設定される利得制御回路14を備え、該利得制御回路14の下でバイアス電流が設定されて、その利得が調整されるように構成されている。換言すれば利得設定回路14は、初段の増幅器11の利得を制御することで高周波電力増幅装置としての全体的な増幅利得を設定する役割を担っている。また電力増幅器13に設けられたバイアス電流設定回路15は、外部から与えられる要求出力電力(送信電力)に応じて電力増幅器13のバイアス電流を可変設定し、出力電力に応じた最適な直流バイアスを設定して電力効率を高める役割を担う。

【0012】ちなみに高周波信号に対する各段における増幅利得は、例えば10dB程度にそれぞれ設定され、特に初段の増幅器11の増幅利得は、利得制御回路14により-30~10dBの範囲で可変設定し得るようになっている。また増幅器12のバイアス電流は、歪みが最も小さくなる値に設定される。そして初段の増幅器11はその出力段に直結された増幅器12を備えることで該増幅器12を容量性負荷として作用させ、その共振を防止してバイアス電流の可変設定に拘わることなく高周波信号を歪みなく増幅し、安定な利得制御を実現するものとなっている。

【0013】即ち、この高周波電力増幅装置においては、初段の増幅器11を除いて、その後段の増幅器12,13における増幅利得は、後述するように略一定に設定されている。そして要求された送信出力を得るに必要な高周波電力増幅装置としての増幅利得は、利得設定回路14によりバイアス電流が調整されてその利得が可変設定される初段の増幅器11により決定されるよう構成されている。尚、次段の増幅器12は、初段の増幅

(3)

4

器11の利得調整に応じて歪みが最小となるようにそのバイアス電流が微調整される。

【0014】一方、アンテナを駆動する電力増幅器13は、図2にその機能的な構成を示すように複数段(ここでは2段)の直結されたトランジスタ21,22により構成され、主として電力増幅を司る最終段のトランジスタ22のバイアス電流を可変設定すると共に、その出力を前段側のトランジスタ21に帰還して、その全体の増幅利得を一定に保つように構成されている。

【0015】即ち、図2においてはn-p-n型の2つのバイポーラトランジスタ21,22をそれぞれエミッタ接続して実現される高周波増幅器13の機能的な構成を示しているように、初段のトランジスタ21は入力抵抗R_{in}を介して高入力インピーダンスで高周波信号を入力し、例えばトランジスタ22からの帰還を見込んで最大26dB程度の利得で増幅する如く構成される。そしてトランジスタ21のコレクタ出力を高周波結合コンデンサを介して入力する最終段のトランジスタ22は、そのベースに加えられるバイアス電流が前述したようにバイアス電流調整回路23にて可変設定されるようになっており、バイアス電流の調整によりその電力損失を可変設定することで、電力効率を高く維持し得るように構成されている。尚、トランジスタ22における増幅利得は、上記バイアス電流の可変設定に伴って6~26dB程度の範囲で変化するが、そのコレクタ出力は抵抗R_fを含む帰還回路24を介して初段のトランジスタ21のベースに帰還されている。この帰還回路24の作用によりトランジスタ21,22からなる2段の電力増幅器13の全体の利得が、上記バイアス電流の可変設定に拘わらず一定に保たれるようになっている。

【0016】尚、トランジスタ22によって駆動される負荷R_Lは、例えば2GHzの高周波信号に対して5Ω程度の低インピーダンスを有するアンテナからなる。また帰還回路24は、実際には高周波信号の位相回転を考慮してトランジスタ22のコレクタ出力を180°反転させてトランジスタ21のベースに負帰還するよう設定される。ちなみに帰還回路24を備えて構成される電力増幅器13の全体の利得Gは、負荷R_Lのインピーダンスに比較して入力抵抗R_{in}および帰還抵抗R_fが十分大きい場合、

$$G = -(R_f + R_L) / R_{in} = -R_f / R_{in} = 10 \pm 0.5 \text{ dB}$$

として一定に保たれる。

【0017】このような帰還回路24を備えて構成される電力増幅器13によれば、要求出力電力の抑制に応じてトランジスタ22のバイアス電流を可変してエミッタ電流を減らしてその省電力化を図っても、電力増幅器13としての利得Gを一定に保つことができ、前段の増幅器11,12にて利得調整されて増幅された高周波信号を安定に電力増幅することができる。しかもその負荷R

50

(4)

特開2001-28519

5

しが低インピーダンスのアンテナであっても、該アンテナを駆動するに必要な出力電力を安定に得ることが可能となる。

【0018】 ちなみに上述した如く構成される高周波電力増幅装置（P.F.パワーモジュール）における電力損失は、専ら、電力増幅器13を構成する最終段のトランジスタ22の電力損失に依存し、該トランジスタ22の電力損失はその駆動電圧と、バイアス電流によって規定されるエミッタ電流との積によって表される。このような電力損失を、要求された出力電力に応じてバイアス電流を調整し、トランジスタ22のエミッタ電流を低減することで抑えるようにした電力増幅器13によれば、アンテナを介する高周波信号の送信出力に応じてその消費電力を抑えることができるるので、効果的に省電力化を図ることが可能となる。しかもトランジスタ22のエミッタ電流の低減に伴う利得の変動を招くことなく、高品質な電力増幅を行うことが可能となる。

【0019】 換言すれば一般的には高周波信号に対して歪みを発生させることなくトランジスタ22をリニアに増幅動作させるべく設定されるバイアス電流を、ここでは要求された出力電力に応じて敢て可変設定し、特に出力電力を絞り込む際にバイアス電流を低減してその電力損失を小さく抑えるようにしている。その際、バイアス電流の低減に伴う増幅利得の低下を、帰還回路24による出力信号の帰還作用により補償してその全体的な利得を一定に保ち、これによって安定な電力増幅と信号品質の安定化を図っている。従って出力電力に応じて電力消費を抑えながら、アンテナを安定に、且つ効率的に駆動することが可能となる。

【0020】 かくして上述した如く利得制御回路14を備えてその増幅利得が可変設定される初段の増幅器11と、バイアス電流設定回路15の下で要求された出力電力に応じてバイアス電流が設定されてその負荷損失が調整され、電力効率を高めるように構成された最終段の増幅器13を備えた高周波電力増幅装置によれば、その増幅利得と電力効率とを独立したパラメータの下でそれぞれ安定に可変設定することができる。しかも上記各パラメータを要求された出力電力に応じて制御することにより、信号品質を十分に高く維持し、且つ必要な送信出力電力を十分に確保しながら、その電力損失を低く抑えて電力効率を高めることができる。この結果、W-CDMA端末機（携帯電話機）の使用環境に応じてその送信電力を可変制御する場合であっても、送信電力を可変する範囲の全てにおいてその信号品質を十分に高く確保することができ、また低出力時の電力効率を高めて省電力化を図ることが可能となる等の実用上多大なる効果が発せられる。

【0021】 尚、本発明は上述した実施形態に限定されるものではない。機能的には上述した如く構成される高周波電力増幅装置は、例えばトランジスタとして高周波

6

用FETを用いて図3に示すように構成するようにすれば良い。この場合、増幅対象とする高周波信号の周波数が2GHzと高いので、各FET（トランジスタ）の負荷としてそれぞれインダクタンスを用いるようにすれば良い。またトランジスタ22からトランジスタ21に対する帰還回路24については高周波信号の位相回転を考慮した上で補償用インダクタンスにて位相補償し、その位相を180°反転させて帰還する（負帰還する）よう設定すれば良い。

【0022】 またここではシングルエンディッド回路にて高周波電力増幅装置を実現する例について示したが、前段の増幅器11, 12を高周波信号を平衡入力して増幅する差動増幅器にて構成し、電力増幅器13をブッシュブル型の増幅回路として構成することも勿論可能である。このようにして高周波信号を平衡させて増幅するよう構成することで、その信号品質を更に高安定に保つことが可能となる。また図3においては、最終段のトランジスタ22を2個のFETを並列接続して実現しているが、要求される最大出力電力に応じて複数のトランジスタを並列接続して電力増幅するよう構成することも勿論可能である。その他、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

【0023】

【発明の効果】 以上説明したように本発明によれば、要求された出力電力に応じて初段の増幅器の利得を可変設定するようにし、また電力増幅の機能を担う最終段の増幅器の利得を一定に保ちながら、最終段の増幅器を構成するトランジスタのバイアス電流を可変してその電力損失を抑えるようしている。この結果、電力増幅する高周波信号の品質を一定に保ちながら、その出力電力を可変することができ、しかもその出力電力に応じて電力損失を可変することができるので、電力効率を十分に高めながら安定で高品質な電力増幅を行い得る。これ故、W-CDMA端末機（携帯電話機）の送信アンプとして組み込む等して、その省電力化を図り得る等の実用上多大なる利点が発せられる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態に係る高周波電力増幅装置の全体的な概略構成図。

【図2】 図1に示す高周波電力増幅装置における最終段の電力増幅器の機能的な構成を示す図。

【図3】 図1に示す高周波電力増幅装置の構成例を示す図。

【図4】 W-CDMA端末機（携帯電話機）において可変設定される送信出力電力の頻度割合を示す図。

【符号の説明】

1 1 増幅器（利得設定用）

1 2 増幅器（一定利得）

1 3 電力増幅器（バイアス電流可変）

1 4 利得設定回路

(5)

特開2001-28519.

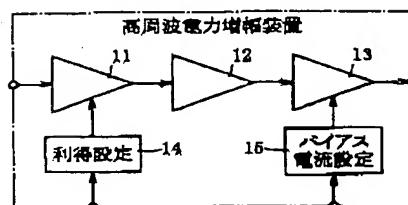
7

8

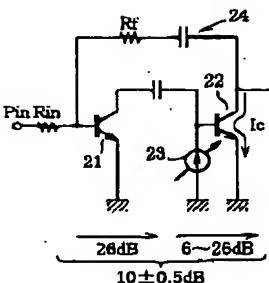
- 21 初段のトランジスタ
22 最終段のトランジスタ

- 23 バイアス電流設定回路
24 帰還回路

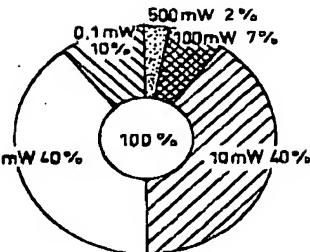
【図1】



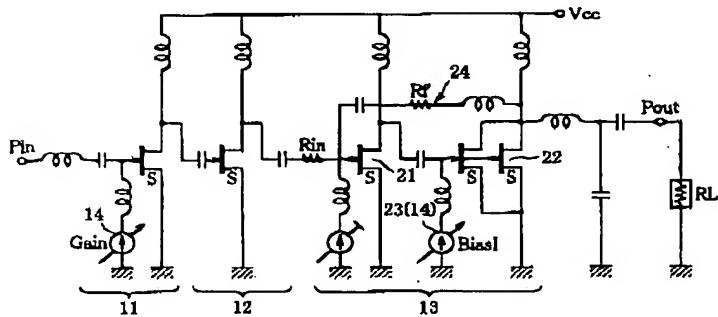
【図2】



【図4】



【図3】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5J090 AA01 AA41 CA36 CA81 DN02
 FA10 HA02 HA09 HA25 HA29
 HA33 KA07 KA12 MA08 MA11
 MA21 MN02 SA14 TA01 TA02
 5J091 AA01 AA41 CA36 CA81 FA10
 HA02 HA09 HA25 HA29 HA33
 KA07 KA12 MA08 MA11 MA21
 SA14 TA01 TA02
 5J092 AA01 AA41 CA36 CA81 FA10
 GR09 HA02 HA09 HA25 HA29
 HA33 KA07 KA12 MA08 MA11
 MA21 SA14 TA01 TA02
 5J100 AA01 AA26 BA01 BB01 BC02
 CA18 EA02 FA01